

UbiComp – Teil 1: Einführung

Prof. Dr.-Ing. Dorothea Schwung

Vorstellung Dorothea Schwung

- 2005 – 2010 Studium Elektro- und Informationstechnik, Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik an der Universität Duisburg-Essen
- 2010 – 2014 Projektleiterin in der Automatisierung von Kompressoren bei der MAN Diesel & Turbo SE in Oberhausen
- 2015 – 2016 Tech. Projektleiterin in der Softwareentwicklung bei Behr-Hella Thermocontrol in Lippstadt
- 2016 – 2021 Lehrkraft an der FH SWF, Promotion im Bereich KIDS an der Universität Duisburg-Essen
- Seit 09/2021 Prof. für KIDS in der Automatisierungstechnik am FB EI & ZDD

Vorstellung Dorothea Schwung

- Kontaktmöglichkeiten
 - Raum 05.2.072
 - Telefon: 0211 4351 3819
 - Mail: dorothea.schwung@hs-duesseldorf.de
- Sprechstunden:
 - Bitte vereinbaren Sie per E-Mail einen individuellen Termin.

Unterlagen & Organisation

- Unterlagen zur Vorlesung und zum Praktikum werden über Moodle bereitgestellt (2 separate Moodle-Kurse).
- Der Einschreibeschlüssel zur Vorlesung lautet: **UbiComp_WS2023**
- Der Einschreibeschlüssel zum Praktikum lautet: **UbiComp_WS2023**
- Die Einschreibung in die Praktikumsgruppen erfolgt über Moodle.
- Ankündigungen werden ebenfalls über Moodle erfolgen.

Organisatorisches

1. **Vorlesung:** Mi. von 15:00 – 16:30 Uhr

- Vorstellung der Seminararbeiten (2er oder 3er Gruppen) an 2 Terminen (10./17.1.24), Themenausgabe erfolgt am 11.10.23. Entscheidung für ein Thema per E-Mail bis spätestens zum 25.10.23.

2. **Praktikum:** Mo. von 13 – 17 Uhr in 3er-Gruppen ab dem 16.10.23 und 23.10.23 in Raum 05.4.053

- 14-tägig pro Gruppe
- Einschreibung 2-schrittig über Moodle: 1. bis zum 6.10. und 2. vom 9.10. – 13.10.

3. **Prüfung:** in schriftlicher Form am Semesterende, 90 Min., ohne Hilfsmittel

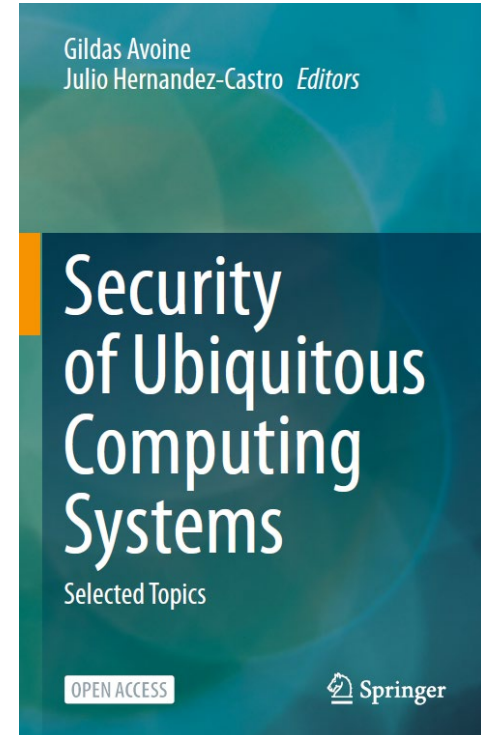
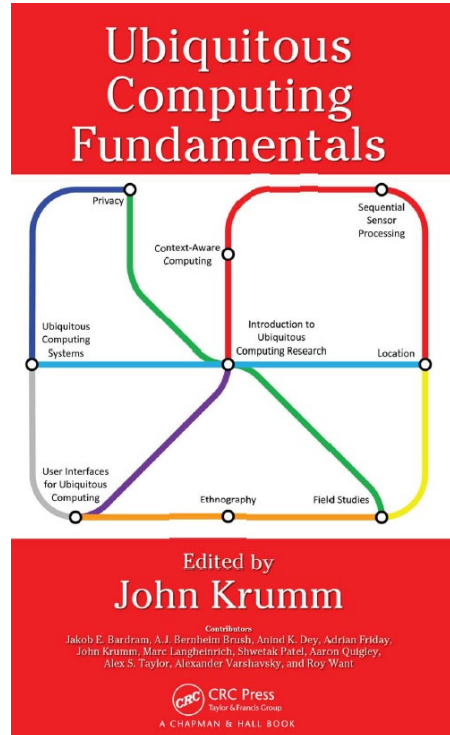
- Möglichkeit zur Sammlung von Bonuspunkten für die Klausur über die Seminararbeit (0 - 4).

Literatur



Literatur

Für Fortgeschrittene:



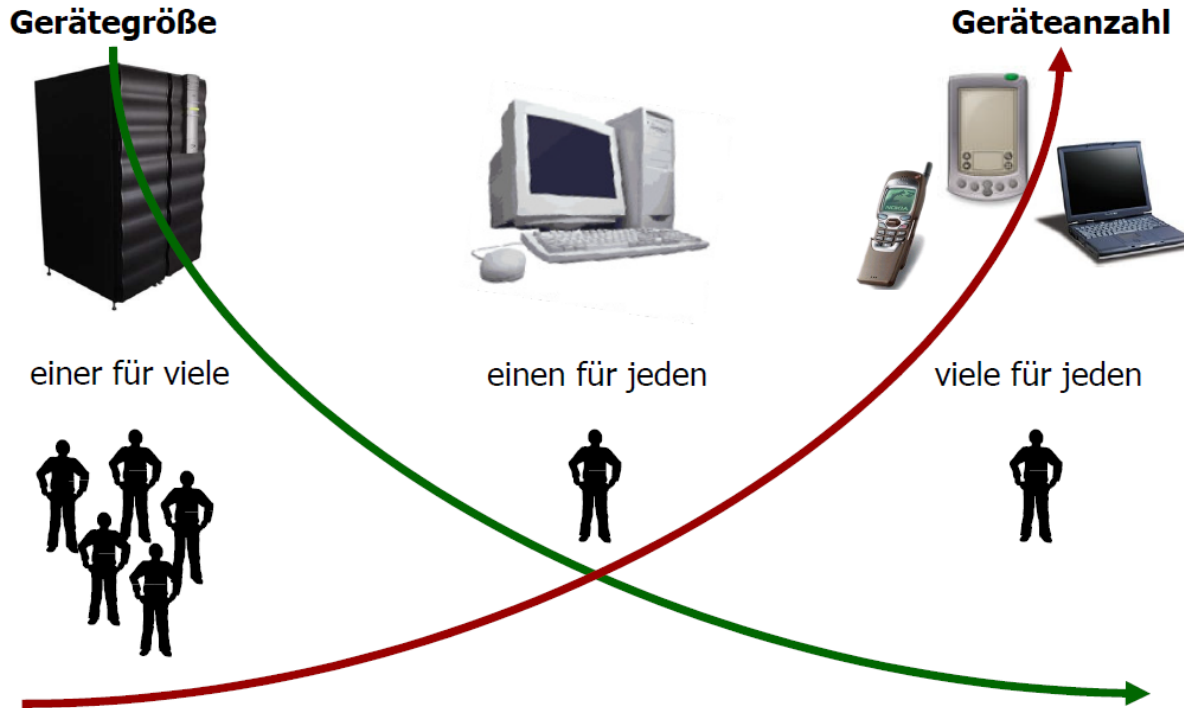
Lernziele Teil 1

1. Sie kennen die Evolution des Computings.
2. Sie verstehen die Bedeutung von „ubiquitous“.
3. Sie sind in der Lage „Ubiquitous Computing“ zu definieren.
4. Sie können „Virtual Reality“ und „Ubiquitous Computing“ unterscheiden.
5. Sie können Anwendungsbeispiele von UbiComp benennen und erklären.
6. Sie kennen die Grundvoraussetzung für UbiComp und deren Eigenschaften.

Bedeutung des Begriffs „Ubiquitous“

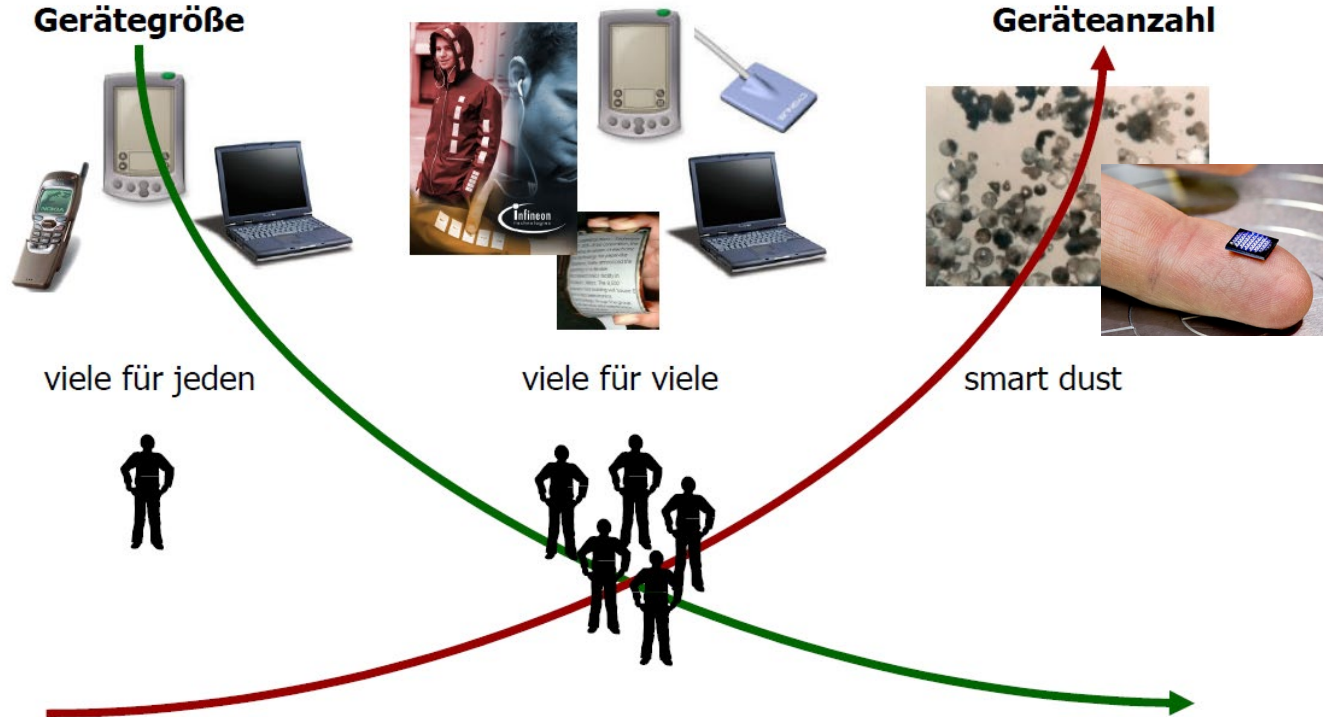
- Deutsche Übersetzung: ubiquitär
- allgegenwärtig
- omnipräsent
- ständig verfügbar
- “immer da, immer nah”
- durchdringend bis ins Unterbewusstsein...

Evolution des Computings



Bildquelle: UHH, VSIS

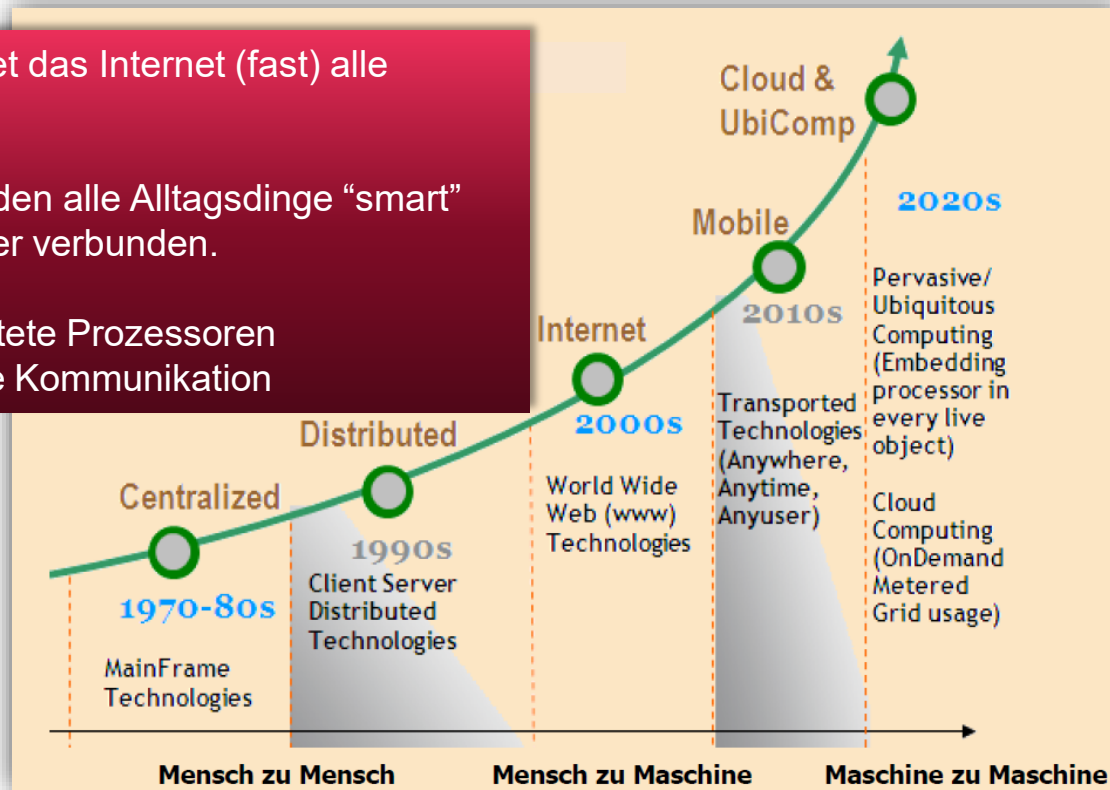
Evolution des Computings



Bildquelle: UHH, VSIS

Evolution des Computings

- Heute verbindet das Internet (fast) alle Computer.
- In Zukunft werden alle Alltagsdinge “smart” und miteinander verbunden.
 - eingebettete Prozessoren
 - drahtlose Kommunikation



Bildquelle: UHH, VSIS

Die Vision von Mark Weiser: Ubiquitous Computing

Ph.D. Mark Weiser
*23.07.1952 – †27.04.1999
US-amerikanischer Informatiker &
Wissenschaftler



"The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it."

"Ubiquitous Computing has its goal in enhancing computer use by making many computers available throughout the physical environment, but making them effectively invisible to the user."

Prinzipien des Ubiquitous Computings



- ❖ The purpose of a computer is to help you do something else.
- ❖ The best computer is a quiet, invisible servant.
- ❖ The more you can do by intuition the smarter you are; the computer should extend your *unconscious*.
- ❖ Technology should create calm.

Ubiquitous Computing – Ein Paradigma

„Computing without Computers“

- Ubiquitous Computing ist das Gegenteil von Virtual Reality!
Computer sollen in der Welt der Menschen leben und nicht umgekehrt.

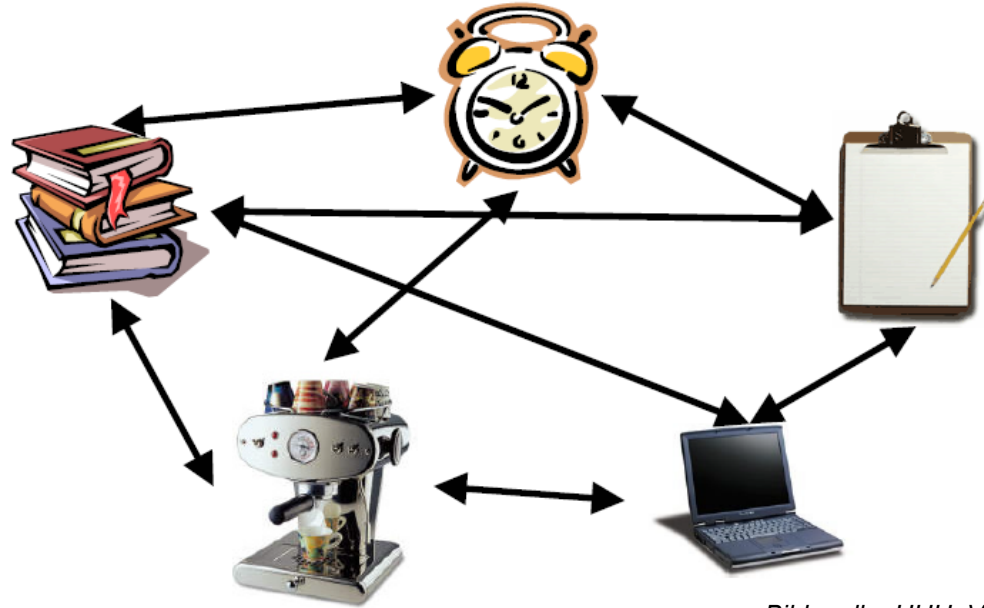
Was bedarf es hierfür?

- Viele Sensoren, Ausgabegeräte, Rechner und Netzwerke, die miteinander (drahtlos) verbunden sind und Dienste anbieten/nutzen.
- allen Dingen eine "digitale Identität" geben
- Computer „zerfallen“ zu spezialisierten Smart Devices/Smart Items
- Voraussetzung:
 - billige, verbrauchsarme, mobile Computer/Chips
 - neue Displays (e-Ink, flexible Displays etc.)
 - (drahtlose) Hochgeschwindigkeits-Netzwerke

Technologie für das Ubiquitous Computing

Durch eine **zunehmende Vernetzung** der eingebetteten **Sensoren und Prozessoren** wird eine

Kooperation der "smarten" Dinge möglich.

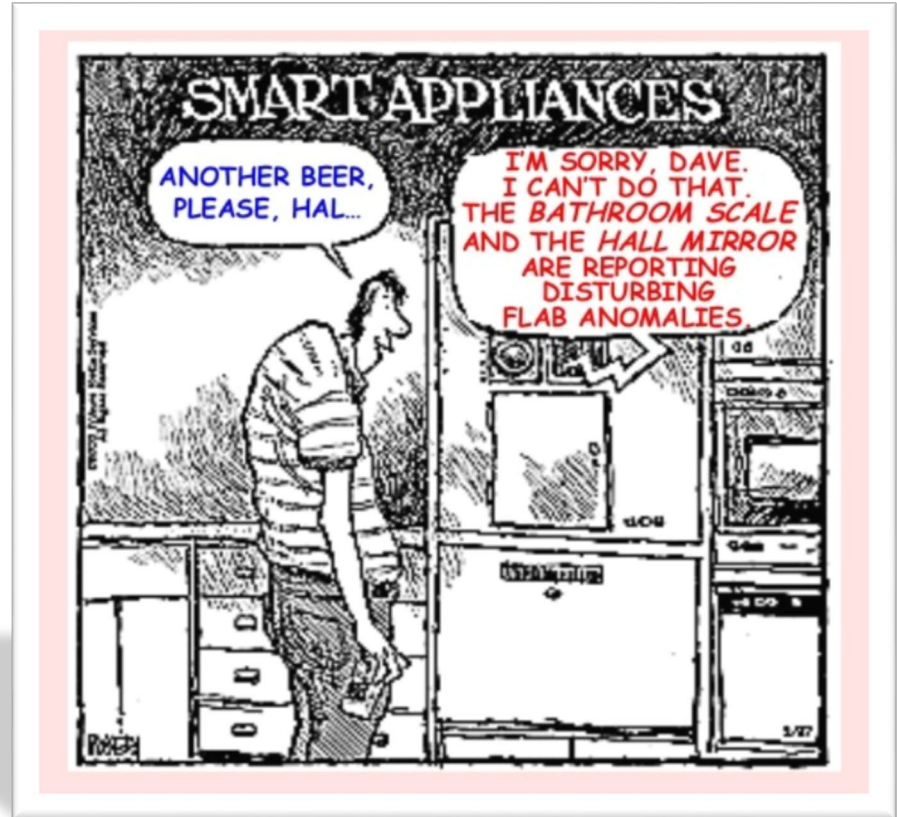


Bildquelle: UHH, VSIS

Wenn Dinge “smart” werden...

Alltägliche Gegenstände werden mit der Fähigkeit angereichert Informationen zu verarbeiten:

- Sie können die Umwelt wahrnehmen.
- Sie bekommen ein Gedächtnis.
- Sie können ihr Verhalten dem Kontext anpassen.
- Sie können miteinander interagieren.



Beispiel: Condition Monitoring

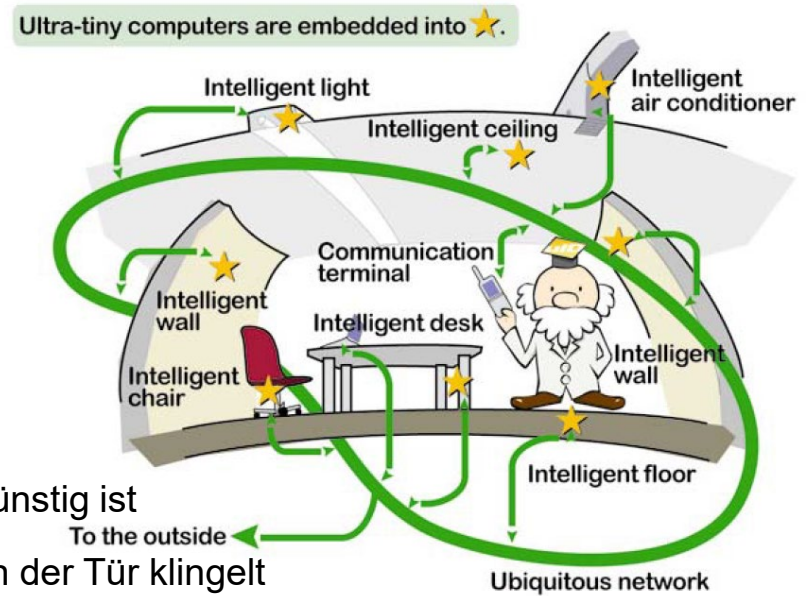


DATEN sind das Öl des Jahrhunderts, gewonnen durch Sensoren müssen sie genau wie Öl raffiniert werden, um daraus Wert für die Industrie 4.0 zu erzeugen.

Beispiel: Smart Home

Anwendungsfälle:

- Haus schaltet automatisch Herd, Heizung, Licht aus, wenn Bewohner geht
- Licht dimmt oder ändert die Farbe automatisch (je nach Jahreszeit, Tageszeit...)
- Waschmaschine wäscht, wenn der Strom besonders günstig ist
- Fernseher nimmt automatisch Spielfilm auf, wenn es an der Tür klingelt
- Bett überwacht Schlaf, schaltet zum richtigen Zeitpunkt Kaffeemaschine an
- Musik „verfolgt“ den Bewohner
- Überwachung des Gesundheitszustands (älterer) Bewohner, bei Bedarf Notruf
- „Smart Fridge“



Beispiel: Smart Home

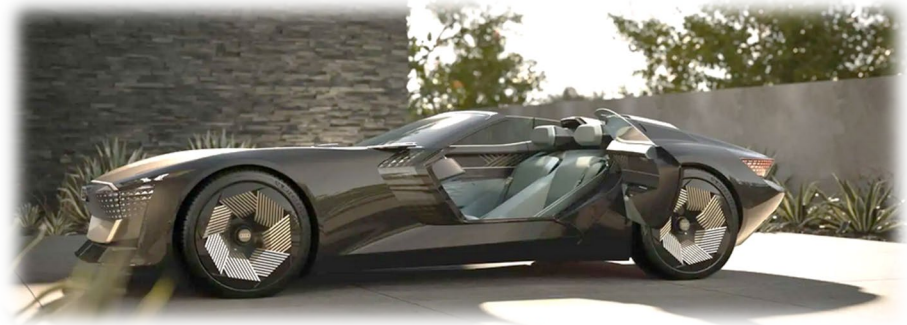
„Intelligente Häuser“ sollen die Zukunft des Wohnens sein.

- Ziele:
 - mehr Zeit, Komfort, Spaß und Sicherheit für die Bewohner
 - effizienter Umgang mit Ressourcen (z.B. Strom, Wasser)
- Infrastruktur:
 - Überall im Haus sind Sensoren (z.B. Temperatur, Bewegung) verteilt
 - Auch Geräte verfügen über Sensoren, z.T. auch Aktuatoren
- Haus und Geräte können überwacht und kontrolliert werden
 - manuell, aus der Ferne, von unterwegs,
 - halb-automatisch nach definierten Regeln
 - automatisch, Anpassung an die Bewohner durch Beobachtung und Lernen

Beispiel: Fahrzeuge am Netz

Autos bieten gute Voraussetzungen für den Einsatz von intelligenter Kommunikationselektronik:

- Gute Stromversorgung
- Viel Platz
- Autos sind sowieso teuer
- Es gibt **sinnvolle** Anwendungen!



Dienstangebot in Fahrzeugen

- **Insassenbezogene Dienste**

- **Unterhaltungsdienste:** Radio, Fernsehen (DVB-T), Internet, Gaming...
- **Informations- / Produktivitätsdienste:** Tankstellensuche, Stauwarner, Fahrplanauskunft, mobile office (Telefon, E-Mail...), ...

- **Fahrzeugbezogene Dienste**

- **Schutzdienste:** Diebstahlschutz (GPS), Abwehr von Gefahren durch Sensoren (Airbag, Feuermelder...), ...
- **Wartungsdienste:** Update der Fahrzeugsoftware aus der Ferne, Ferndiagnose und Telemetrie (Tankanzeige, Drehzahl, Reifendruck...), ...

- **Fahrtbezogene Dienste**

- **Mobilitätsdienste:** Navigationssysteme (Position durch GPS oder Galileo, on-/off-board Kartenmaterial, Verkehrsnachrichten)
- **Sicherheitsdienste:** Unfallvermeidung durch Notbremssysteme, Ausscherwarner, Vorfahrtsassistent, Abstandsmessung, Verkehrsschilderkennung, C2C-Kommunikation...

Beispiel: Wearables

Alltagsgegenstände (Uhren, Schmuck, Brillen etc.), mit zusätzlicher Elektronik, die ihre Umwelt wahrnehmen:

- **Smart Watches:**
 - Mit Smartphone synchronisierbar, Schrittzähler, Herzfrequenz...
- **Fitness-Armbänder:**
 - Puls, Bewegungsprofile, Schrittzähler, Kalorienverbrauch...
- **Datenbrillen:**
 - Navigieren, Wartungsunterstützung, Augmented Reality (AR)



Beispiel: Wearables für digital health



Sources: <http://www.urmc.rochester.edu>
<http://www.futurebytes.ch>



- **Biomaterials:** schluckbare Kamera, z.B. für Endoskopie-Anwendungen. 2 Frames/s, 8h Laufzeit



Source: <http://googleblog.blogspot.de>

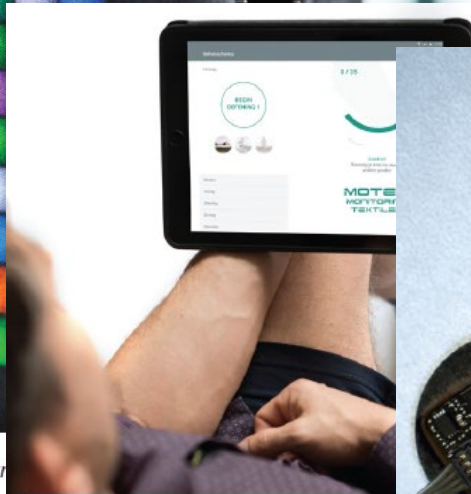
- **Wearables** zum Monitoring von Körperwerten
- Z.B. die google Kontaktlinse zur Blutzuckermessung

Beispiel: Smart Textiles

Mit Elektronik (Mikro-/Nanochips, Leuchtdioden, Sensoren etc.) bestickte Kleidung und Textilien jeglicher Art:



Auf gewebten Schaltungsstr



Kniebandage mit textilem Deh
in der Reha



Interaktives LED-Display in dehnbarer Leiterplattentechnologie auf
Basistextil laminiert

Ubiquitous Computing – Eine Definition

„Ubiquitous Computing ist die anbrechende Ära des Computings, in der jeder Einzelne von vielen vernetzten, spontan aber eng zusammenarbeitenden Computern, die (direkt am Körper) getragen werden, umgeben ist, einige unterwegs angetroffen werden, viele von ihnen als Teil physischer Objekte bestimmten Zwecken dienen, alle intuitiv und kaum wahrnehmbar mit eingeschränkter Aufmerksamkeit verwendet werden.“

Quelle: [Handbook of Research on Ubiquitous Computing Technology for Real Time Enterprises]

Grundvoraussetzung:

➤ Mobile Computing

Mobile Computing

Mobile Computing...

- befasst sich mit Fragen der Kommunikation von mobilen Benutzern (Mobilkommunikation) und mobilen Endgeräten mit den zugehörigen Anwendungen.
- ist durch die Miniaturisierung der Komponenten und die Verfügbarkeit schneller drahtloser Netze erst möglich.



Abbildung 1: Das Smartphone als Schnittstelle des Menschen in die digitale Welt

Physikalische vs. Logische Mobilität

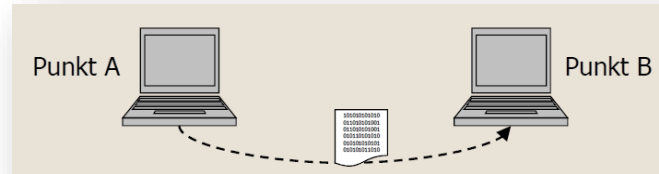
Physikalische Mobilität

- wird durch die Bewegung eines mobilen Hosts oder Benutzers in der körperlichen Welt begründet.

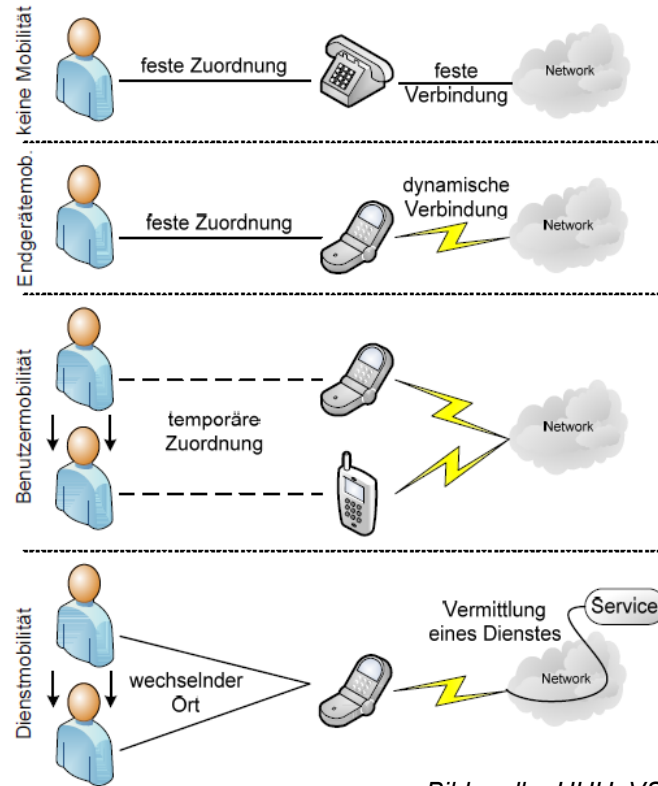


Logische Mobilität

- wird durch die Migration mobiler Einheiten (von Code) zwischen verschiedenen Hosts begründet.



Arten der (phys.) Mobilität



Bildquelle: UHH, VSIS

Eigenschaften des Mobile Computings

Besondere Eigenschaften des Mobile Computing

- Ressourcen der Geräte
- Eigenschaften der Verbindung
- Sicherheitsaspekte
- Benutzung

Geräteklassen

- Notebooks
- PDAs (Tablets, Pads...)
- Smartphones
- Wearables
- Smartcards & RFIDs
- Sensoren

Eigenschaften des Mobile Computings

Mobile Geräte sind im Vergleich zu stationären Geräten ressourcenarm.

- Sie müssen leicht und klein sein.
→Einschränkungen bei der Ein-/Ausgabe
- Sie haben weniger Prozessorleistung und Speicherplatz.
- Sie haben einen endlichen Energievorrat.
- Sie sind immer ressourcenärmer als stationäre Geräte, auch wenn ihre Fähigkeiten mit der Zeit wachsen.



Eigenschaften des Mobile Computings

Mobile Verbindungen sind variabel in Zuverlässigkeit und Performance.

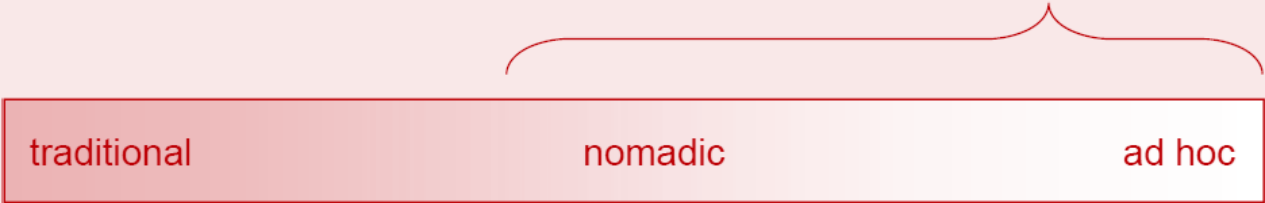
- Drahtlose Verbindungen bieten meist eine niedrigere Leistung als leitungsgebundene Verbindungen.
- Äußere Einflüsse können die Verbindung stören.

Mobilität birgt in sich ein höheres Risiko.

- Sicherheitsaspekte auf mehreren Ebenen
 - Geräteebene (Diebstahl, Beschädigung)
 - Übertragungsebene (Luft)
 - Anwendungsebene (ist das der richtige Partner?)



Traditionelle vs. mobile verteilte Systeme

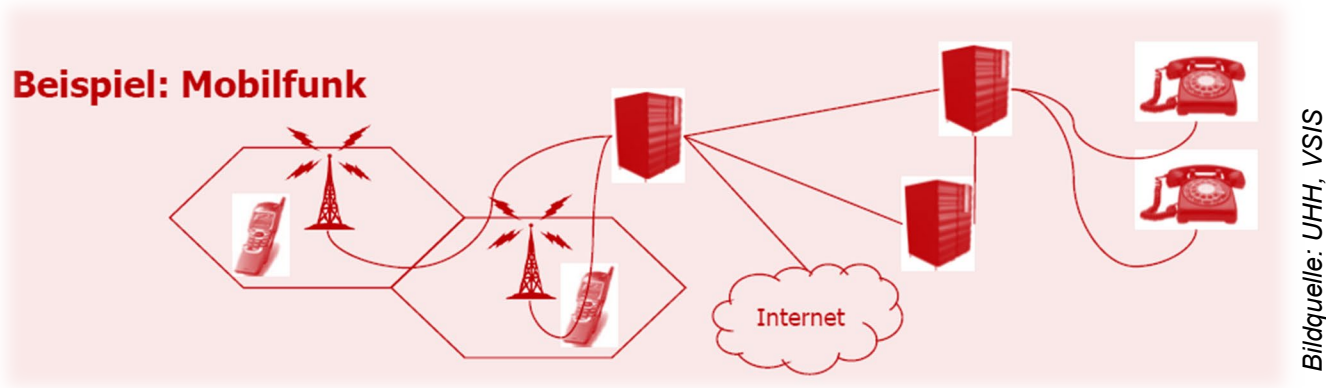
| | traditionelles VS | mobiles VS |
|--|-----------------------------|--|
| Gerätetypen | stationär, ressourcenstark | mobil, ressourcenarm |
| Art der Netzanbindung | permanent, hohe Bandbreiten | oft nur zeitweise, schwankende Bandbreiten |
| Art der Umgebung | (relativ) stabil | dynamisch |
|  | | |

Bildquelle: UHH, VSIS

Mobile verteilte Systeme

Nomadische Systeme

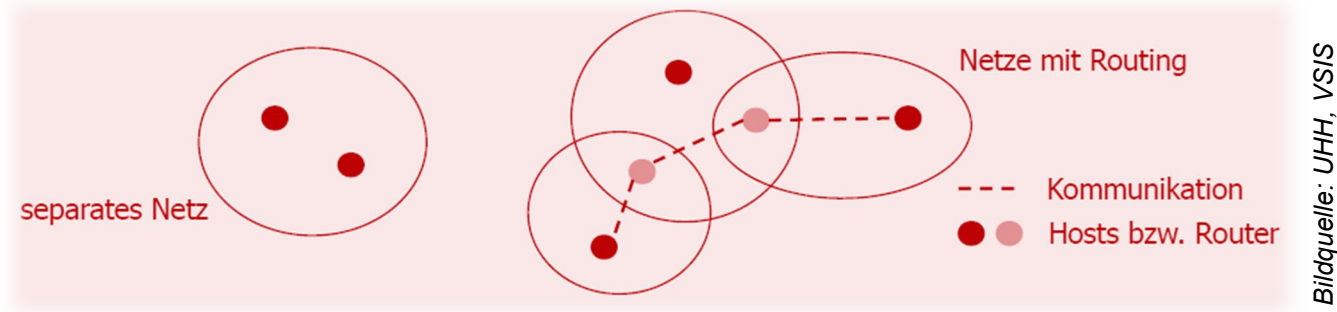
- Kompromiss zwischen statischen und hoch dynamischen mobilen Systemen
- Statische, drahtgebundene Kerninfrastruktur
 - Mobilgeräte bewegen sich von Ort zu Ort, bleiben aber mit der Kerninfrastruktur über drahtlose Netze verbunden



Mobile verteilte Systeme

Ad-hoc Systeme

- Menge von mobilen Hosts in einer hoch dynamischen Umgebung ohne fixe Infrastruktur.
 - Zunächst nur Kommunikation zwischen direkt miteinander verbundenen Hosts
 - Spez. Routing-Verfahren erlauben *multi-Hop Nachrichten*
 - Ad-hoc Netze können sich teilen und auch wieder vereinen.



Mobile verteilte Systeme

Ad-hoc Systeme

- Problembereiche Heterogenität der Komponenten
 - Skalierbarkeit → Koordination einer großen Knotenanzahl
 - Fehlertoleranz → häufige Verbindungsabbrüche
 - Topologie-Änderungen → Adressierung und Routing
- Anwendungsbereiche
 - Ad-hoc Gruppen zum Informationsaustausch
 - Koordination und Kommunikation in Notsituationen (z.B. bei zerstörter Infrastruktur)
 - Militärische Anwendungen

Das mobile Dilemma

Das „Mobile Dilemma“:

- **Feststellung 1:** Mobilkommunikation ist störanfällig, langsam und teuer
- **Schlussfolgerung 1:** Verlagerung der Funktionalität in die Endgeräte
→ weniger Kommunikation notwendig, Abhängigkeit von Servern vermeidbar
- **Feststellung 2:** Mobile Geräte sind ressourcenschwächer, fehleranfälliger und leichter zu kompromittieren
- **Schlussfolgerung 2:** Betrieb als „Thin-Clients“, Verlagerung der Aufgaben in die Infrastruktur

Das mobile Dilemma

Beispiel: Problem eines Handlungsreisenden

- **Anforderungen:**
 - Eingabe zu besuchender Orte
 - Berechnung kürzester Route von Ort A nach B nach C nach ...
 - Kartendarstellung + Anzeige des aktuellen Ortes auf dem mobilen Gerät
 - Berücksichtigung aktueller Straßen-und Wetterlage
 - Anzeige von „Points of Interest“
- **Überlegung:**
 - Welche Aufgaben sollen auf dem mobilen Gerät ausgeführt werden?
 - Kann die Bearbeitung der Aufgaben dynamisch verteilt werden?
 - Falls kommuniziert werden muss, welcher Umgang mit Verbindungsabbrüchen?

Transparenz in mobilen Systemen

Wieviel Transparenz ist möglich oder eher wieviel Transparenz ist nötig?

Vollständige Transparenz ist nicht möglich und oft auch nicht gewünscht!

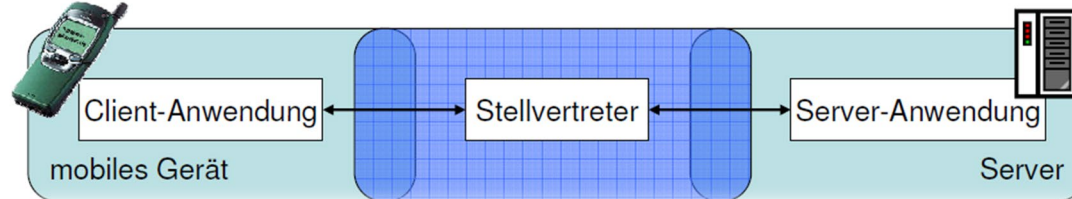
→ Anwendungen sollen sich ihrer mobilen Umgebung bewusst sein können.

Z.B. Zugriff auf Kontext-oder QoS-Informationen, die es erlauben neue bzw. optimierte Dienste anzubieten.

Mobilität bedarf der Entkopplung

Die fehlende Zuverlässigkeit und die variable Performanz von mobilen Verbindungen verlangt eine Entkopplung der Komponenten.

- In mobilen Szenarien kann nicht sichergestellt werden, dass Sender und Empfänger gleichzeitig erreichbar sind.
- Entkopplung durch Proxies / Surrogate / Agenten
 - Mehrstufige Kommunikation
 - Nutzung verschiedener Protokolle und Übertragungstechniken
 - Stellvertreter können auf dem mobilen Gerät, dem Server oder irgendwo im Netzwerk angesiedelt sein
 - Reduzierung der Daten durch Vorverarbeitung



Bildquelle: UHH, VSIS

Mobilität bedarf der Anpassungsfähigkeit

Da sich die Umgebung mobiler Klienten/Anwendungen ändern kann, müssen sie darauf reagieren und sich den neuen Situationen anpassen können.

Dabei kann die Strategie zur Anpassung zwischen zwei Extremen liegen:



Anpassungsfähigkeit bedarf der Information

Zur Anpassung an Situationen bedarf es Informationen:

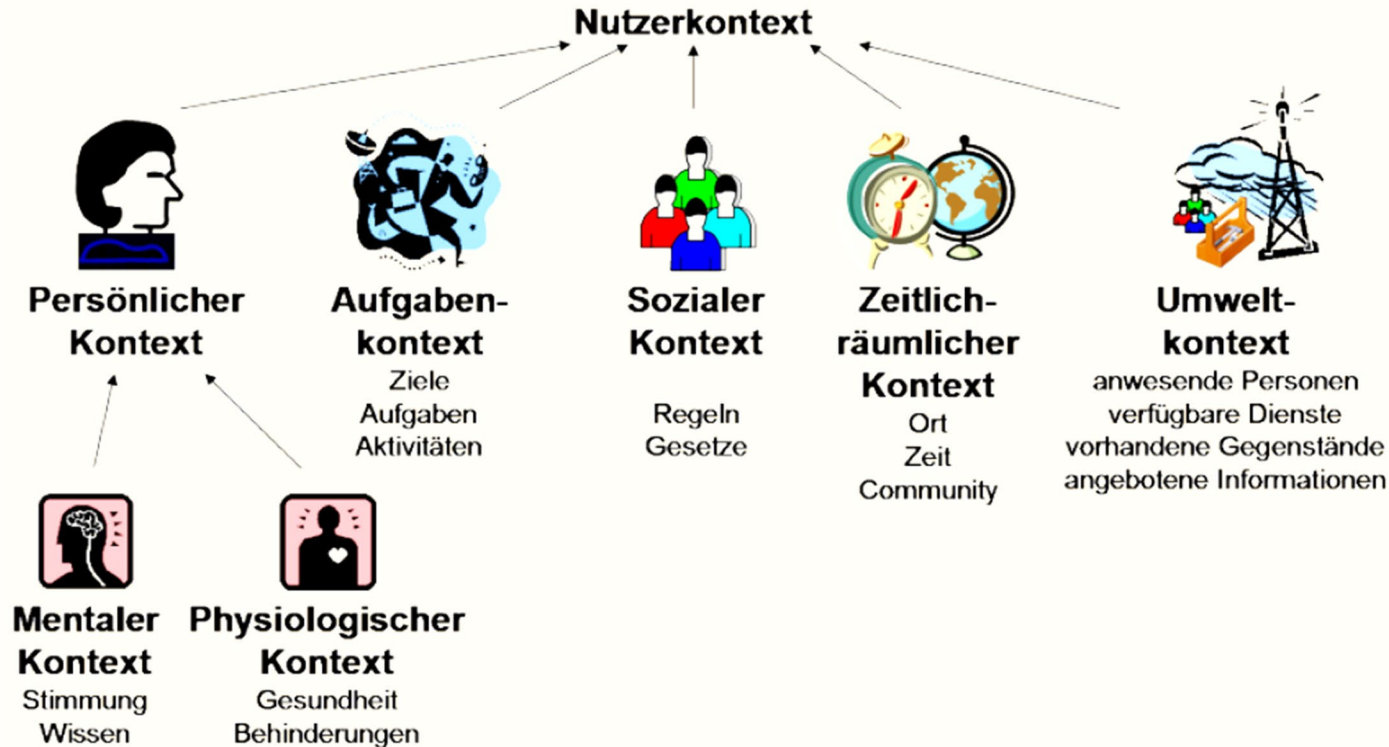
→ Kontextinformationen

- Aktueller Kontext
- Vergangener Kontext
- Zukünftiger Kontext

Was ist Kontext ?

*„Kontext ist jede Information, die verwendet werden kann, um die Situation einer Entität zu charakterisieren. Eine Entität ist eine Person, ein Ort oder ein Objekt, das als **relevant für die Interaktion zwischen einem Benutzer und einer Anwendung** angesehen wird, einschließlich des Benutzers und der Anwendung selbst.“* [Dey, 2011]

Kontextkategorien



Bildquelle: UHH, VSIS

Kontext-Bewusstsein

Was ist Kontext-Bewusstsein?

*„Kontextsensitive Computergeräte und Anwendungen **reagieren auf Änderungen in ihrer Umgebung auf intelligente Weise**, um die Computerumgebung für den Benutzer zu verbessern.“* [Pascoe, 97]

- **Kontext-bewusste Anwendungen tendieren dazu „mobil zu sein“:**
 - Der Nutzer-Kontext fluktuiert, wenn der Nutzer mobil ist.
 - Der Bedarf nach kontext-bewusstem Verhalten ist in mobilen Umgebungen am größten.

Kontextdaten-Erhebung

Woher stammen die Kontextdaten?

- **Physikalische Sensoren:**

- Nehmen Attribute der physikalischen Umwelt wahr
- Z.B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Beschleunigung, Ort, Geräusch

- **Virtuelle Sensoren:**

- Nehmen beliebige Attribute der virtuellen/logischen Umwelt wahr
- Z.B. Prozessorauslastung, laufende Programme, IP-Adresse etc.

- **Sekundärquellen: Inferenz oder externe Quellen**

- Ableiten höherwertiger Kontextinformationen aus Messungen
- Abfrage von Kontextinformationen über externe Quellen
- Z.B. Status, Aktivität, Bonität, Gesundheit, soziale Stellung

Kontextdaten-Erhebung

Beispiel: Sensoren eines aktuellen Smartphones?

- Kamera (Foto / Video)
 - Mikrophon
 - Fingerabdruckscanner
 - GPS
 - Licht-/ Näherungssensor (Bildschirm)
 - Berührung
 - Beschleunigung
 - Gyroskop
 - Kompass
 - Barometer
 - W-LAN / Bluetooth
 - LIDAR
-
- Beliebige virtuelle Sensoren implementierbar



Kontextdaten-Bereitstellung

Erhebung → Verarbeitung → Bereitstellung → Anpassung

- Lokale Bereitstellung über spezifische (proprietäre) APIs
 - Verarbeitung obliegt bei *Laissez-faire-Strategie* der Anwendung
- Alternative: Bereitstellung eines *Kontextmodells* durch Middleware/System
- Verarbeitungsprozesse für Kontextmodelle sind vielgestaltig, z.B.
 - Aggregation (Gruppierung, Klassifizierung)
 - Konvertierung (Einheiten, Formate)
 - Translation (Übersetzung, math. Verschiebung)
 - Transkription (Kodierungen)
 - Reduktion (Bereinigung, Filterung, Kompression)
 - Augmentation (Anreicherung mit Informationen aus externen Quellen)
- Viele dieser Verarbeitungsstufen sind aufwendig → mobiles Dilemma

Warum Kontext-Adaption?

- „Mobiles Dilemma“ entschärfen
 - Entscheidung über Ausführungsort von Aufgaben dynamisch zur Laufzeit
- Benutzungsschwierigkeiten mobiler Geräte entschärfen
 - Eingabegeräte und Display sehr klein
 - In der Regel maximal eine Hand frei
 - Störende Umwelteinflüsse: Geräusche, Licht etc.
 - Oft nur geringe Aufmerksamkeit des Nutzers: Gerät wird nebenbei benutzt
- Allg.: Optimierung von Diensten und Anwendungen
 - Mehrere Dimensionen der Adaption ...

Dimensionen der Adaption

- **Anpassen der Informationsmenge**

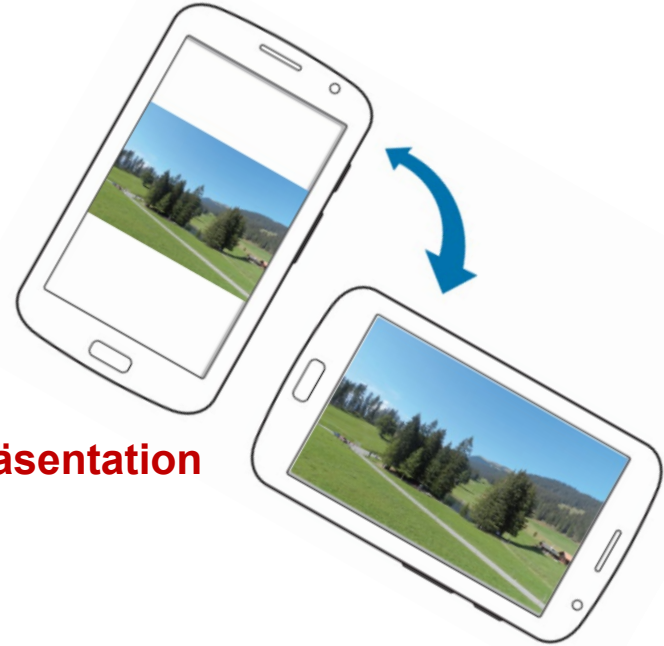
- z.B. mehr Details einer Karte zeigen wenn innerhalb eines Gebäudes
- Auflösung eines Videos entsprechend der verfügbaren Bandbreite

- **Nutzen vorhandener technischer Ressourcen**

- Ausnutzen guter Netzverbindungen, z.B. *Prefetching*
- Substitution von Ressourcen, z.B. „Prozessor gegen Netzwerk“
- Stromsparendes Verhalten bei Energieknappheit
- Nutzen vorhandener Eingabe/Ausgabe-Hardware, z.B. externe Displays

Dimensionen der Adaption

- **Anpassen des Verhaltens / der Funktion**
 - Vibrationsmodus während Vorlesungen
- **Anpassen der Software-Architektur**
 - Nur notwendige Komponenten laden
- **Anpassen der Bedienoberfläche und der Präsentation**
 - Kontrast, Schriftgröße, etc.
 - Eingabehilfen / Vorschläge
 - Hervorheben von Relevantem



Zusammenfassung

- Mobile Computing umfasst Aspekte der **mobilen Kommunikation**, der **mobilen Geräte** und der **mobilen Anwendungen**.
- Mobile Computing bringt besondere Eigenschaften mit sich
 - Ressourcenarme Geräte, unzuverlässige Verbindungen, Sicherheitsaspekte
- Mobile verteilte Systeme
 - Gänzlich mobile Systeme vs. Kombination mit Infrastruktur-basierten Systemen
- Entwicklung mobiler Systeme
 - Mobiles Dilemma → Transparenz
 - Anwendungen sollen sich ihrer Umgebung bewusst sein können
 - Kontextdaten-Erhebung / -Verarbeitung / -Bereitstellung / -Adaption

→ ebnet den Weg zum **Ubiquitous Computing**

Zusammenfassung

Vision des Ubiquitous Computing

- Computer durchdringen unseren Alltag.
- Computer werden „unsichtbar“ („*Computing without Computers*“).
- Computer unterstützen uns durch eigene Wahrnehmung, proaktives Handeln und Kooperation untereinander.

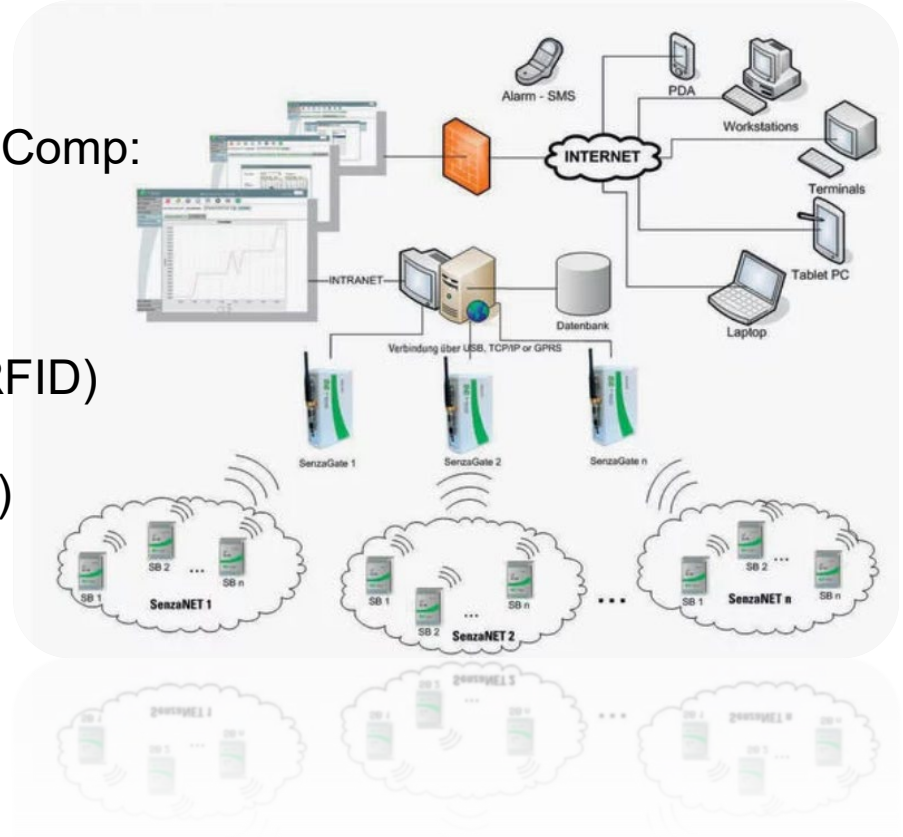
Im UbiComp-Zeitalter werden „alle“ Dinge „intelligent“, d.h.

- Sie nehmen ihren Kontext wahr.
 - Sie können eigene Schlussfolgerungen ziehen.
 - Sie kooperieren untereinander.
 - Sie passen sich an die Bedürfnisse des Benutzers an.
-
- Führt das zu mehr Komplexität?
 - Wollen wir mehr Komplexität?
 - Was könnten wir gegen mehr Komplexität unternehmen?

Ausblick

Wegbereitende Technologien für das UbiComp:

- Verteilte Systeme
- Radio Frequency Identification (RFID)
- Wireless Sensor Networks (WSN)
- Internet der Dinge (IoT)



UbiComp – Teil 1: Einführung

Fragen?

Prof. Dr.-Ing. Dorothea Schwung